

## CRITERIILE DE ACCEPTABILITATE PENTRU INSTALATIILE RADIOLOGICE

### *I. Prevederi generale*

1. Prezentele criterii de acceptabilitate a instalatiilor radiologice sunt stabilite in conformitate cu Recomandarile Comisiei Europene, Seria Radioprotectie nr. 91/1997.

2. Prezentele criterii sunt cerinte minimale de functionare a instalatiilor radiologice care, daca nu sunt indeplinite, trebuie luate masuri corective urgente.

3. Criteriile propuse nu trebuie utilizate ca valori recomandate pentru controlul de calitate.

4. Criteriile propuse nu se aplica instalatiilor radiologice digitale.

5. Prezentele criterii de acceptabilitate se aplica la instalatiile utilizate in radiologia de diagnostic, radioterapie si medicina nucleara:

- a) instalatii de RX - diagnostic (radiografie si radioscopie) in general;
- b) instalatii de RX - diagnostic cu tomografie conventionala;
- c) instalatii de tomografie computerizata;
- d) instalatii de RX - diagnostic dentar;
- e) instalatii de RX – diagnostic mamografie;
- f) instalatii de radioterapie;
- g) instalatii de medicina nucleara.

### *II. Criteriile de acceptabilitate pentru instalatiile de RX - diagnostic in general sunt:*

1. Exactitatea inaltei tensiuni a tubului RX (kilovoltajul)

- Etalonarea indicatorului:  
Deviatia maxima a valorii indicate in raport cu valoarea reala trebuie sa fie mai mica de +/- 10%.
- Variatia in cazul modificarii curentului in tub:

Variatia maxima trebuie sa fie mai mica de 10% .

- Precizia tensiunii tubului:  
Pentru toate generatoarele: pentru masuratori repetate, deviatia tensiunii tubului trebuie sa fie mai mica de +/- 5% din valoarea medie.

2. Filtrarea totala

- Filtrarea totala a fasciculului util trebuie sa fie echivalenta cu cel putin 2,5 mm de aluminiu.

3. Timpul de expunere

- Pentru timpii de expunere superiori a 100 ms, timpul de expunere real trebuie sa se incadreze in limitele de +/- 10% fata de timpul de expunere indicat.

4. Randamentul tubului RX

- Marimea:  
Cu o filtrare totala de 2,5 mmAl, randamentul tubului trebuie sa fie mai mare de 25 microGy/mAs la 1 m pentru o functionare la 80 kV reali.

- Reproductibilitatea randamentului tubului:  
Randamentul tubului trebuie sa fie constant in limita a +/- 20% fata de medie pentru expuneri repetate, pentru o tensiune a tubului data si pentru o filtrare, luate din gama utilizata in practica, ca de exemplu tensiunea de 80 kV pentru un tub cu filtrarea de 2,5 mmAl.

- Variatia la modificarea curentului afisat:  
Variatia trebuie sa fie mai mica de 15% .

- Variatia in functie de produsul timp de expunere-curentul indicat al tubului:  
Variatia trebuie sa fie mai mica de 20% .

5 . Alinierea

- Alinierea fasciculului de radiatii X cu fasciculul de lumina:  
Suma distantelor intre limita campului RX si limita campului luminos pe o directie din oricare din directiile principale nu trebuie sa depaseasca 3% din distanta focar camp, iar suma distantelor pe cele doua directii perpendiculare nu trebuie sa depaseasca 4%

- Alinierea campului:

Atunci cand axa fasciculului de radiatii X este perpendiculara pe planul receptorului de imagine, centrul campului de radiatii X si centrul receptorului de imagine trebuie sa fie aliniate in limita a 2% din distanta focar-receptor de imagine.

- Centrarea fasciculului luminos si a fasciculului de radiatii X:

Alinierea reticulului diafragmei fasciculului de lumina cu centrul fasciculului de radiatii X nu trebuie sa difere cu mai mult de +/- 1% din distanta focar-film.

- Centrarea fasciculului luminos si al dispozitivului Bucky:

Alinierea reticulului diafragmei fasciculului de lumina cu centrul filmului din dispozitivul Bucky nu trebuie sa difere cu mai mult de +/- 1% din distanta focar-film.

- Ortogonalitatea fasciculului de radiatii X si planul receptorului de imagine:

Unghiul dintre axa centrala a fasciculului de radiatii X si planul receptorului de imagine trebuie sa fie egal cu 90 grade, cu o toleranta maxima de +/-1,5 grade.

## 6. Colimarea

- Fasciculul de radiatii X trebuie sa fie colimat in asa fel ca suprafata totala expusa pentru o distanta fixa de la focar la receptorul de imagine, sa ramana in limitele receptorului de imagine ales.

- Colimare automata

Pe orice parte a receptorului de imagine, ecartul fasciculului de radiatii X nu va depasi cu mai mult de 2% din distanta focar-receptor de imagine. Operatorul trebuie sa fie capabil sa utilizeze campuri mai mici decat suprafata intreaga a receptorului de imagine.

## 7. Dimensiunile petei focale

- În absența specificării unui standard absolut, determinarile dimensiunilor petei focale trebuie sa fie efectuate in timpul duratei de viata a tubului ca parte a procedurii de control al calitatii, pentru a indica extinderea oricarei deteriorari si a permite a se determina daca se poate continua utilizarea tubului.

## 8. Grila

- Artefacte

Se efectueaza o imagine RX a grilei la tensiunea tubului de 50 kV. Nici un artefact parazit nu trebuie sa fie vizibil.

- Grila mobila

Rețeaua grilei mobile nu trebuie sa fie vizibila pe imaginea realizata la cel mai scurt timp de expunere folosit in practica.

## 9. Controlul automat al expunerii (AEC)

- Limitarea supraexpunerii:

• Sarcina corespunzatoare petei focale maxime trebuie sa fie mai mica de 600 mAs (nu in cazul fluoroscopiei si al tomografiei).

- Limitarea timpului de expunere (expunere singurara):

Timpul de expunere pentru o singura expunere trebuie sa fie limitat la maximum 6 secunde.

- Diferenta dintre densitatile optice pentru doua expuneri cu aceleasi setari ale controlului automat al expunerii, una cu timp scurt si cealalta cu timp lung de expunere, trebuie sa fie mai mica de 0,3 OD.

- Pentru o grosime de atenuare fixa, diferenta maxima in densitatea optica a imaginii test, atunci cand se variaza tensiunea in domeniul utilizat in practica, nu trebuie sa depaseasca +/- 0,3 OD.

- Pentru o tensiune fixa a tubului RX diferenta maxima in densitatea optica a imaginii test, atunci cand se variaza grosimea atenuatorului, nu trebuie sa depaseasca +/- 0,3 OD din valoarea medie a densitatii optice a imaginii test luata pentru grosimea atenuatorului care acopera domeniul de grosime al pacientului, intalnit in practica pentru aceasta tensiune a tubului.

## 10. Radiatia de fuga (de scapare)

- Radiatia de fuga (de scapare) prin cupola tubului RX, masurata la distanta de 1 m de la focar nu trebuie sa depaseasca 1 mGy pe ora, la debitul maxim al tubului RX specificat de catre producator pentru tubul din acea cupola.

## **III. Procesarea filmului, proprietatile receptorilor de imagine si conditii de vizualizare**

Criteriile din acest capitol sunt descrise in scopul de a asigura ca sunt mentinute conditiile necesare producerii a unei calitati adecvate a radiografiilor

pe materiale fotografice si radiografice.

#### 1. Foliile (ecranele intensificatoare) si casetele

- Starea si curatenia foliilor si a casetelor:

Pe filmele expuse nu trebuie sa existe artefacte importante.

- Etanseitatea la lumina a casetei:

Nici o margine neagra nu trebuie sa fie vizibila pe un film neexpus la radiatie X, dar expus cu caseta de doua ori (adica pe ambele fete) timp de cate 10 minute la un negtoscop cu un flux luminos de cel putin 1000 cd/mp.

- Contactul film folie:

Caseta nu trebuie sa creeze suprafete cu diferente de densitate vizibile sau suprafete neclare pe radiografie. Aceasta se poate verifica, de exemplu cu o sita metalica plasata pe caseta.

- Sensibilitatea relativa a combinatiilor film-folie cu aceeasi clasa de viteza:

Densitatile filmului obtinute in conditii identice de expunere (aceleasi: doza, tensiune a tubului, filtrare etc.) nu trebuie sa difere cu mai mult de 0,3 OD pentru combinatii film-folie de acelasi tip.

#### 2. Procesarea filmului

- Baza si voalul:

Baza si voalul filmului trebuie sa fie mai mici de 0,30 OD

- Indicele de rapiditate:

Deviatia de la valoarea de baza a indicelui de rapiditate trebuie sa fie mai mica de 0,2 OD

- Indicele de contrast:

Deviatia de la valoarea de baza a indicelui de contrast trebuie sa fie mai mica de 0,2 OD

#### 3. Camera obscura

- Scaparile de lumina:

Dupa adaptarea ochilor pentru cel putin cinci minute in intuneric cu luminile de veghe si celelalte lumini inchise, nu trebuie sa fie vizibila nici o scurgere apreciabila de lumina.

- Lumina de veghe (inactiva):

Un film pre-expus corespunzator unei densitati optice egale cu o unitate, expus la distanta normala de lucru timp de 4 minute in conditii de intuneric cu luminile de veghe (inactiva) deschise si luminile din camere vecine deschise,

nu trebuie sa prezinte o crestere in densitate mai mare de 0,10 OD in raport cu o alta parte a aceluiasi film neexpus in conditii de intuneric.

#### 4. Conditii de vizualizare

- Negatoscopul:

Fluxul luminos trebuie sa fie cel putin 1700 cd/cm<sup>2</sup>.

Neomogenitatea trebuie sa fie mai mica de 30%.

- Mediul ambiant:

Fondul de lumina al camerei la 1 m distanta de negatoscop trebuie sa fie mai mic de 50 lucsi.

### IV. Radioscopia

In acest capitol sunt formulate criteriile aditionale fata de cele de la pct. II si pct. III.

#### 1. Debitul dozei

Cel putin unul dintre urmatoarele criterii trebuie sa fie indeplinite:

a) Debitul maxim al dozei la intrarea in ecranul fara grila (diametrul de 25 cm) al unui intensificator de imagine conventional, nu trebuie sa depaseasca 0,8 microGy/s la expunerea unei fantome potrivite (si anume o fantoma de PMMA de 25 cm) cu control automatic al debitului dozei si control automatic al fluxului luminos.

Pentru aplicatii particulare cu debit al dozei mare, de exemplu in radiologia interventionala, debitul dozei maxim nu trebuie sa depaseasca 1,0 microGy/s.

Pentru alte dimensiuni ale ecranelor debitul dozei poate fi calculat tinand cont ca debitul dozei este invers proportional cu patratul diametrului.

b) Debitul dozei maxim al fasciculului util ce contine si radiatia retroimprastiata la nivelul pielii pacientului sau la suprafata oricarui substitut de pacient (de exemplu o fantoma de PMMA de 25 cm) pe partea dinspre tubul RX, nu trebuie sa depaseasca 100 mGy/min.

#### 2. Rezolutia

Rezolutia combinatiei intensificator de imagine - lant TV trebuie sa fie cel putin 0,8 perechi de linii pe milimetru, la o dimensiune a campului de 30 - 35 cm; aceasta rezolutie se evalueaza prin utilizarea unui obiect specific de testare (de exemplu grila de rezolutie tip 18 Hunter sau obiect de testare tip Leads).

Pentru dimensiuni ale campului de 23 - 25 cm si de 15 -18 cm, aceste valori sunt 1,0 l.p./mm si respectiv 1,4 l.p./mm.

Pentru o imagine punctuala, rezolutia trebuie sa fie de cel putin 2,0 l.p./mm.

### 3. Pragul contrastului

- Pragul contrastului in cazul operarii automate, estimat pentru o imagine a monitorului TV, trebuie sa fie 4% sau mai putin.

### 4. Intrerupatorul orar

- Un sistem de intrerupere a iradierii trebuie sa se declanseze imediat cand a expirat perioada de timp preselectata de fluoroscopie, nedepasind 10 minute. Un semnal acustic trebuie sa avertizeze terminarea iminenta cu cel putin 30 de secunde inainte pentru a permite sistemului sa fie resetat daca expunerea trebuie sa fie prelungita.

### 5. Cinematoradiografia

- Pentru studii cine adecvate utilizand intensificatori de imagine cu diametrul de 23 cm, debitul dozei la intrare trebuie sa fie mai mic de 0,20 microGy/cadru. Debitul dozei tipice la intrarea in pacient sunt 0,10 - 0,30 Gy/min. pentru 25 cadre/secunda cu o fantoma de PMMA de 25 cm.

### 6. Raportul dimensiunii campului de radiatie si dimensiunii campului de imagine

- Raportul dintre suprafata campului de radiatie si suprafata de intrare a intensificatorului de imagine nu trebuie sa depaseasca 1,15. Se considera o practica buna daca se vad marginile colimatoarelor pe imaginea TV.

## ***V. Tomografia computerizata si conventionala***

In acest capitol sunt formulate cerinte aditionale pentru tomografia computerizata si conventionala.

### 1. Tomografia conventionala

#### 1.1. Nivelul inaltimii de sectionare

Concordanta dintre nivelul inaltimii de sectionare masurat si cel indicat trebuie sa fie

pana la +/- 5 mm.

#### 1.2. Incrementul planului de sectionare

- In cresterea de la un plan de sectionare tomografic la urmatorul, inaltimea de sectionare trebuie sa fie reproductibila cu pana la +/- 2 mm.

#### 1.3. Unghiul de expunere

- Unghiurile de expunere, cel masurat si cel indicat, trebuie sa coincidă in limitele a +/- 5 grade pentru unitati care opereaza la unghiuri mai mari decat 30 grade; pentru unghiuri mai mici concordanta trebuie sa fie mai buna.

#### 1.4. Uniformitatea inaltimii de sectionare

- Densitatea imaginii unei gauri intr-o folie de plumb trebuie sa fie aproape uniforma, sau trebuie sa varieze in uniformitate, conform cu structura unitatii tomografice particulare. Imaginea nu trebuie sa arate suprapuneri neasteptate, inconsecventa in expunere sau asimetrii in miscare.

#### 1.5. Rezolutia spatiala

- Unitatea tomografica trebuie sa asigure o rezolutie de 1,6 lp/mm.

### 2. Tomografia computerizata

#### 2.1. Zgomotul imaginii

- Deviatia standard a numerelor CT in regiunea centrala de interes de 500 mm<sup>2</sup> pentru o fantoma de apa sau de echivalent tesut, nu trebuie sa difere cu mai mult de 20% fata de valoarea de baza.

#### 2.2. Valorile numerelor CT

- Deviatia valorilor numerelor CT pentru apa sau materiale echivalent tesut si pentru materiale de diferite densitati, in aceeasi pozitie in camp, trebuie sa fie mai mici de +/- 20 HU sau de 5% .

#### 2.3. Uniformitatea numerelor CT

- Deviatia standard a numarului CT mediat pe regiunea centrala de interes de 500 mm<sup>2</sup> pentru material echivalent apa sau tesut, in centrul si in jurul marginilor fantomelor, trebuie sa fie mai mica sau egala cu 1,5% din valoarea de baza.

- 2.4. Indicele de doza la tomografia computerizata (CTDI).

- Masuratorile CTDI pentru o singura sectiune, pentru fiecare filtru de ajustare al fasciculului si pentru fiecare grosime disponibila de sectiune, nu trebuie sa devieze mai mult de +/- 20% din valoarea de baza.

#### 2.5. Grosimea sectiunii iradiate

Latimea intreaga la semiinaltimea profilului de doza nu trebuie sa difere mai mult de +/- 20% din valoarea de baza.

#### 2.6. Rezolutia contrastului mare (rezolutia spatiala)

Masuratorile de latime intreaga la semiinaltimea functiei de imprastiere punctiforma a unei fante, sau a functiei de raspuns in trepte a unei margini, nu trebuie sa difere cu mai mult de +/- 20% din valoarea de baza.

#### 2.7. Rezolutia contrastului mic

Fante de polistiren cu diametrul de 0,35 cm inserate intr-o fantoma de apa uniforma trebuie sa fie vizibile in imagine.

### **VI. Radiografia dentara**

In acest capitol sunt formulate cerinte aditionale pentru echipamentele de radiografie dentara.

Criteriile din acest capitol sunt valabile pentru echipamentele radiografice dentare care utilizeaza filme intra-orale sau extra-orale, dar nu sunt valabile pentru echipamentele radiografice dentare panoramice.

Utilizatorii pot aplica aceste criterii si pentru echipamentele radiografice dentare panoramice, dar ei trebuie sa aiba grija sa asigure ca acel criteriu ales trebuie sa fie potrivit pentru acea aplicatie.

#### 1. Calitatea radiatiei

Tensiunea tubului RX trebuie sa fie cel putin 50 kV.

#### 2. Filtrarea

- Filtrarea in fasciculul util trebuie sa fie echivalenta cu cel putin 1,5 mm Al la tensiuni ale tubului RX de pana la 70 kV si de 2,5 mm pentru tensiuni peste 70 kV.

#### 3. Distanta focar piele (FSD)

- Distanta focar piele trebuie sa fie de cel putin 20 cm pentru echipamente cu tensiuni ale tubului RX selectabile peste 60 kV si de cel putin 10 cm pentru echipamente cu tensiuni ale tubului RX egale sau mai mici de 60 kV.

#### 4. Dimensiunea fasciculului

- Diametrul campului trebuie sa fie de maximum 60 mm la capatul exterior al aplicatorului de fascicul.

#### 5. Intrerupatorul orar

- Exactitatea trebuie sa fie de maximum 20%.
- Precizia trebuie sa fie de maximum 10%.

#### 6. Randamentul tubului

- Pentru tensiuni ale tubului in domeniul 50 + 70 kV randamentul tubului trebuie sa fie 30 - 80 microGy/mAs la 1 m de la focar.

### **VII. Mamografia**

#### 1. Generarea si controlul fasciculului RX.

##### *Sursa de radiatii X*

##### 1.1. Debitul dozei

- Debitul dozei la o distanta egala cu distanta focar film (FFD) trebuie sa fie cel putin 7,5 mGy/s.

##### 1.2. Distanta sursa imagine

- Distanta sursa imagine trebuie sa fie conform specificatiei producatorului si tipic este de  $\geq$  600 mm.

##### 1.3. Alinierea campul de radiatie X cu receptorul de imagine.

- Partea toracelui: campul RX nu trebuie sa depaseasca filmul cu mai mult de 5 mm in exterior. Partile laterale: campul RX trebuie sa acopere filmul pana la margini.

##### *Tensiunea tubului*

##### 1.4. Exactitate si precizie

Exactitatea pentru tensiuni ale tubului de la 25 la 31 kV trebuie sa fie mai mica de +/- 1 kV; precizia trebuie sa fie mai mica de +/- 0,5 kV.

## *Sistemul de control automat al expunerii (Sistemul AEC)*

### 1.5. Setarea controlului densitatii optice

- Densitatea optica (incluzand baza si voalul) in punctul de referinta pe un film dezvoltat trebuie sa ramana in limitele a +/- 0,15 OD fata de valoarea tinta. Valoarea tinta este tipic in domeniul de 1,3 pana la 1,8 OD, cu baza si voalul incluse.

- Dimensiunea treptei (pasului) de control al densitatii optice trebuie sa fie in domeniu de 0,10 - 0,20 OD.

### 1.6. Precizia pe termen scurt

- Deviatia valorii medii a expunerilor trebuie sa fie mai mica de 5% .

### 1.7. Precizia pe termen lung

- Precizia pe termen lung trebuie sa fie mai buna de +/- 0,20 OD fata de valoarea de baza a densitatii optice.

### 1.8. Compensarea grosimii obiectului

- Toate variatiile in densitate ale obiectului trebuie sa fie in domeniul +/- 0,15 OD, fata de densitatea optica curenta.

### 1.9. Compensarea tensiunii tubului

Toate variatiile densitatii optice trebuie sa fie in domeniul +/- 0,15 OD.

## 2. Compresia

### 2.1. Forta de compresie

Compresia tesutului sanului trebuie sa fie ferma dar tolerabila (suportabila). Nu exista o valoare optima cunoscuta pentru forta, dar trebuie acordata atentie compresiei efectuate si a exactitatii indicatiei. Forta maxima aplicata automat trebuie sa fie in domeniu de 130 pana la 200 N (13 - 20 kg).

### 2.2. Alinierea placii de compresie

Dezaliniera minima este permisa, astfel incat este acceptabil mai putin de 15 mm pentru incarcarea asimetrica si in directia spre mamelon si mai putin de 5 mm pentru incarcarea simetrica.

## 3. Receptorul de imagine si dispozitivul Bucky

### 3.1. Grila antiimprastiere

- Factorul de expunere al sistemului grilei trebuie sa fie  $\leq 3$ .

### 3.2. Sensibilitatea la schimbarea casetelor si variatia domeniului densitatii optice cand se expune cu aceleasi setari ale echipamentului RX cu control automat al expunerii

- Domeniul de expunere, in mGy (sau mAs), trebuie sa fie in limita a +/- 5% pentru toate expunerile.

- Diferenta maxima a densitatii optice intre toate casetele trebuie sa fie mai mica de 0,20 OD.

## 4. Procesarea si vizualizarea filmului

### 4.1. Procesarea filmului

- Baza si voalul ( $D_{min}$ ):  $D_{min}$  trebuie sa fie de 0,2 OD.

- Indicele de rapiditate: deviatia fata de valoarea de baza trebuie sa fie de +/- 10% .

- Contrastul: gradientul mediu (Mgrad) trebuie sa fie  $> 2,8$ .

- Performanta zilnica: Buna functionare zilnica a sistemului de dezvoltare poate fi evaluata prin sensitometrie. Sensitometria se efectueaza zilnic dupa ce sistemul de dezvoltare a fost utilizat cam o ora in fiecare dimineata si aproximativ cam la aceeasi ora din zi. Variatia parametrilor se poate calcula pe o perioada de timp, de exemplu o luna. Variatia pentru toti parametrii trebuie sa fie mai mica de +/- 10% .

### 4.2. Conditiiile de intuneric

- Fata de criteriile de la pct. II se aplica urmatorul criteriu in plus:  
Casetele si cutiile de filme: fara voal suplimentar.

### 4.3. Conditii de vizualizare

Negatoscopul:

Fluxul luminos trebuie sa fie in domeniul de 2000 - 6000 cd/mp. Nivelul ambiant de lumina trebuie sa fie sub 50 lucsi.

## 5. Proprietatile sistemului

### 5.1. Doza de referinta

- Kerma in aer la suprafata de intrare trebuie sa fie de  $\leq 10$  mGy pentru o fantoma de PMMA de 40 mm,  $\leq 12$  mGy pentru o fantoma de 45 mm, si  $\leq 20$  mGy pentru o fantoma de 50 mm.

### 5.2. Calitatea imaginii

- Rezolutia spatiala:

In ambele directii rezolutia trebuie sa fie peste 12 pl/mm pentru masuratori cu un obiect de testare plasat la 4 cm deasupra mesei (pe o fantoma) si pe linia mediana la 6 cm spre interior incepand de la marginea filmului situata pe partea peretelui toracelui.

- Vizibilitatea contrastului prag

Pentru masuratori de contrast al detaliilor mari, cu un obiect de testare in interiorul unei fantome PMMA cu grosimea de 45 mm, se recomanda o valoare limita  $< 1,3\%$  a contrastului pentru un detaliu de 6 mm.

### 5.3. Timpul de expunere

- Timpul de expunere trebuie sa fie mai mic de 2 s cand se formeaza o imagine cu o fantoma PMMA cu grosimea de 45 mm

## VIII. Radioterapia

Aceste criterii se aplica in cazul utilizarii clinice normale a aparatelor de radioterapie, dar nu si a celor de brachiterapie, de radioterapie interoperativa, dinamica, paleativa sau radioterapie a intregului corp. Simulatoarele de tratament radioterapeutic sunt excluse din acest studiu. Asa cum este prezentat in introducere, criteriile prezentate pot servi ca niveluri de interventie de la care este convenabil sa se aplice masuri corective. In anumite ocazii rare, utilizarea clinica a unui aparat poate fi justificata chiar daca nivelul de interventie a fost depasit. De exemplu, tratamentul curativ cere o mare stabilitate a inaltimii mesei de tratament, in particular in cursul iradierii laterale. Daca din motive de tolerante mecanice, inaltimea mesei nu poate fi ajustata in limitele de toleranta, poate fi totusi justificat sa se efectueze tratamente paleative posterioare-anteroare sau anteroare-posteroare, daca nu exista nici o alta solutie. Valorile date in tabelul V.1 alaturat sunt bazate pe recomandarile OMS (1988) si NCS (1995) cu cateva modificari.

## 1. Sistemul de planificare a tratamentului (ICRU, 1986)

1.1 O distributie a dozei informatizata poate fi considerata suficient de exacta daca dozele calculate si masurate difera cu mai putin de 2% in punctele pertinente pentru tratament.

1.2. In regiunile implicand gradiente de doza foarte mari, pozitia observata a unei curbe isodoze date trebuie sa difere cu mai putin de 0,3 cm de pozitia sa calculata.

## IX. Medicina nucleara

Criteriile indicate aici au fost selectate ca fiind acelea pentru care testarile pot fi practicate destul de usor, intr-o maniera regulata, in serviciile de medicina nucleara. Nerespectarea criteriilor poate semnifica necesitatea de a intreprinde noi investigatii pentru a stabili cauzele si poate ajuta in a se decide actiuni corective. Criteriile relative la camere gamma pentru imagistica plana si la tomografie cu emisie gamma (SPECT) si la etalonarea izotopilor sunt derivate din raportul IPSM 65 (IPSM, 1992).

## 1. Camera gamma (colimator cu inalta rezolutie - $Tc^{99m}$ )

### 1.1. Uniformitatea

Variatia trebuie sa fie inferioara a  $\pm 10\%$  in interiorul campului utilizat. Testul trebuie sa fie efectuat cu si fara colimator si pentru ferestre de energie specificate ( $E \pm 10\%$ ).

### 1.2. Sensibilitatea

Sensibilitatea (capacitatea de a detecta radiatii gamma emise de o sursa radioactiva in cps/MBq) trebuie sa difere cu mai putin de 20% din valoarea de baza.

### 1.3. Centrul de rotatie (tomografie cu emisie gamma)

Centrul de rotatie nu trebuie sa se departeze cu mai mult de un semi-pixel.

## 2. Camera multi-cap

### 2.1. Sensibilitatea

Diferentele de sensibilitate ale capetelor intre ele trebuie sa fie inferioare a 10% .

## 2.2. Geometria

- Corespondenta pixel cu pixel a cliseelor opuse trebuie sa fie de ordinul a unui semi-pixel.

## 3. Etalonarea izotopilor

### 3.1. Liniaritatea

- Liniaritatea trebuie sa fie inferioara a +/- 5% pe toata gama de activitate utilizata.

### 3.2. Reproductibilitatea

Reproductibilitatea trebuie sa ramana in limitele de +/- 5% .

### 3.3. Exactitatea

- Exactitatea instrumentului trebuie sa ramana in limitele a 5% pentru emitorii gamma cu energie superioara a 100 keV si in limitele a 10% pentru emitorii beta si emitorii gamma de mica energie

## X. Definitia termenilor

Definitile date aici nu sunt de aplicatie universala dar indica sensul termenilor care sunt utilizati in prezenta anexa.

### a) Baza si voalul (D<sub>min</sub>)

- Densitatea optica a unui film neexpus dupa dezvoltare.

### b) Calitatea radiatiei

- O masura a puterii de penetrare a unui fascicul de radiatii X, care se caracterizeaza in general prin tensiunea tubului RX si a stratului de semiatenuare.

### c) Compresia sanului

- Aplicarea unei presiuni asupra sanului in cursul unei mamografii cu scopul de a il imobiliza si a prezenta o grosime a sanului mai uniforma pentru fasciculul de radiatii X.

### d) Criterii stabilite

- Intr-un program de asigurare a calitatii, variatiile acceptabile in urma unei testari de constanta care indica performantele functionale satisfacatoare ale aparaturii testate.

### e) Densitatea optica (OD)

- Logaritmul raportului dintre intensitatea luminii incidente perpendiculare pe un film si intensitatea luminii transmise prin film.

### f) Densitatea optica neta

- Densitatea optica excluzand baza si voalul.

### g) Deviatie (Abatere)

- Procentajul diferentei dintre valoarea masurata (m) si valoarea prescrisa (p) dupa relatia:  $(m/p - 1) \times 100\%$  .

### h) D<sub>min</sub>

- Vezi baza si voalul.

### i) Doza absorbita

- Cantitatea de energie medie cedata de catre o radiatie ionizanta unei materii intr-un element de volum infinitesimal de mic, supra masa continuta de acest element de volum (adaptata dupa CIUMR 1980).

### j) Doza de radiatie

- Termen generic pentru mai multe marimi legate insasi de doza absorbita, deci kerma in aer, doza la intrare, doza la iesire etc.

### k) Doza la suprafata de intrare

- Doza absorbita in aer cuprinzand aportul datorat retroimprastierii, masurata intr-un punct la suprafata de intrare a unui obiect specificat, de exemplu toracele unui pacient sau o fantoma standard.

### l) Exactitate

- Proximitatea valorii observate a unei marimi fata de valoarea reala. Procentajul diferentei dintre valoarea masurata (m) si valoarea reala (r) dupa relatia:  $100 \times (m - r) / r$ .

### m) Factor de conversie

- Raportul dintre doua marimi, in general exprimat sub forma unui factor de multiplicare (in afara de o indicatie contrara) care serveste la convertirea unei valori a unei marimi in alta.



n) Factorul de expunere al grilei

- Raportul dintre kerma în aer datorată radiației incidente cu grila și kerma în aer fără grila. Factorul de expunere al grilei este dependent de tipul grilei, de calitatea radiației, de dimensiunea câmpului și de grosimea obiectului. Este recomandat să se efectueze măsurători la 28 kV și să se utilizeze fantome din PMMA cu grosimea de 4 cm.

o) Grila

- Dispozitiv plasat în apropierea suprafeței de intrare a unui receptor de imagine servind la reducerea cantității de radiație imprastiată care cade pe receptor.

p) Indicele de contrast

- Diferența dintre treptele de control a densității determinate între treapta cea mai apropiată de punctul de viteză și treapta cea mai apropiată de densitatea de 2,0 deasupra bazei și voalului.

q) Indicele de doză de tomografie computerizată CTDI

- Integrala profilului dozei  $D(z)$ , împărțită la grosimea unei secțiuni (slice) nominale  $T$ :

$$CTDI = \frac{1}{T} \int D(z) dz,$$

$D(z)$  fiind profilul dozei în funcție de coordonata  $z$  perpendiculară pe planul tomografic.

r) Mamografie

- Examenul sanilor cu radiații X. Acesta poate fi efectuat în scopul depistării sau pentru a studia simptomele unei maladii a sanului (diagnostic simptomatic).

s) Mgrad (gradientul mediu)

- Proprietate exprimând contrastul filmului într-un domeniu de diagnostic. Acesta este calculat ca fiind panta dreptei care trece printre punctele  $D_1 = D_{\min} + 0,25 DO$  și  $D_2 = D_{\min} + 2,00 DO$ .

t) PMMA

- Polimetilmetacrilat. Se pot cita printre

variantele comerciale lucite, perspexul și plexiglasul.

u) Pragul contrastului

- Contrastul care produce cea mai mică diferență încă vizibilă între două densități optice.

v) Precizia

- Variația (de obicei deviația standard relativă) a valorilor observate, în general pentru un ansamblu de măsurări efectuate aproape în același timp.

w) Randamentul tubului

- Kerma în aer măsurată în aer liber (fără retroimprastiere) pe unitatea de sarcină a tubului la o distanță specificată de focarul tubului radiogen și pentru factori de expunere radiografică definiți.

x) Rapiditatea

- Sensibilitate; proprietate a unei emulsii fotografice direct legate de doză. Rapiditatea este valoarea pe axa  $x$  care corespunde unei densități optice de  $1,00 + D_{\min}$  (punctul de rapiditate). Cu cât valoarea rapidității este mai mare, cu atât doza necesară pentru a obține o densitate optică dată este mai mare. Curba de înnegrire a unui film fiind construită începând cu un număr limitat de puncte, rapiditatea trebuie să facă obiectul unei interpolări. O interpolare liniară va furniza o precizie suficientă.

y) Reproducibilitate

- vezi precizie, măsurările sunt adeseori efectuate într-o anumită perioadă de timp.

z) Sistemul de control automat al expunerii (AEC)

- Un mod de operare al unui echipament de radiații X care permite de a controla automat sarcina tubului și de a-l întrerupe atunci când este atinsă expunerea la radiații presetată a receptorului de imagine. Tensiunea tubului poate fi sau nu controlată automat.

aa) Strat de semi-atenuare

Grosimea unui absorbant care atenuează la jumătate kerma în aer a unui fascicul de radiații X colimat în condiții de imprastiere limitată.

bb) Tensiunea tubului

Diferenta de tensiune (kilovolt, kV) aplicata intre anodul si catodul tubului RX in cursul unei expuneri radiografice.

cc) Teste de constanta

Oricare dintre o serie de teste, efectuata:

- pentru a asigura ca performantele functionale ale unui echipament corespund criteriilor stabilite;  
sau
- pentru a permite recunoasterea precoce a schimbarilor proprietatilor componentelor ale unui aparat.

dd) Teste de stare

- Testele efectuate pentru a determina starea functionala a unui aparat la un moment dat.

ee) Valoarea de baza (valoarea de referinta a unui parametru functional)

- fie valoarea obtinuta pentru acest parametru intr-o testare de constanta initiala ce urmeaza imediat dupa o testare de stare;
- fie, media valorilor obtinute intr-un ansamblu de testare de constanta initiale imediat dupa o testare de stare, in cazul unei descrieri intr-o norma particulara corespunzatoare.

ff) Variatie

- Diferenta absoluta a doua masurari individuale (a si b) impartita la media acestor

valori, conform relatiei  $(a - b)/(1/2a + 1/2b) \times 100\%$ .

### *XI. Prescurtari*

- FFD - Distanta Focar Film
- OD - Densitate Optica
- FSD - Distanta Focar Piele
- ICRU - Comisia Internationala de Masuratori si Marimi Radiologice
- CTDI - Indicele de Doza in Tomografia Computerizata

IPSM - Institutul de Stiinte Fizice in Medicina

- HU - Unitati Hounsfield,
- $HU = 1000/(\text{micro}/\text{micro}_0 - 1)$ , unde micro este coeficientul liniar de atenuare al tesutului respectiv si  $\text{micro}_0$  este coeficientul liniar de atenuare al apei. Numarul CT pentru aer este in jur de 1000 si numarul CT pentru apa este 0, iar 1HU fiind echivalenta cu in jur de 0,1% din coeficientul liniar de atenuare al apei.
- NCS - Comisia Olandeza pentru Dozimetria Radiatiei
- SPECT - tomografie computerizata cu emisie de fotoni
- WHO - Organizatia Mondiala a Sanatatii

Tabelul V.1 Testele relative la performantele mecanice si geometrice, la calitatea fasciculului si la precizia campului luminos si criteriile de acceptabilitate ale acestora

<b>Testul</b>	<b>criterii de acceptabilitate</b>
- Rotatia sistemului care sustine capul de iradiere (gantry)	+/- 1 grade
- Pivotare in afara planului de rotatie normal	+/- 0,2 grade
- Isocentru	+/- 2 mm
- Indicatorii de distanta ai sursei	+/- 2 mm
- Indicatorii axei fasciculului	+/- 2 mm
- Indicatorii numerici ai campului	+/- 2 mm
- Indicatorii campului luminos	+/- 2 mm
- Rotatia sistemului de colimare	+/- 1 grad

- Masa de tratament:

- scale laterale si longitudinale 2 mm
- scale verticale 2 mm
- inclinare verticala (sub greutatea pacientului) 5 mm
- Sistemele de verificare ale tratamentului conform specificatiilor fabricantului (unghiul capului de iradiere, dimensiunea campului, rotatia colimatorului, durata tratamentului sau unitatile de monitor, energia fasciculului etc.) +/- 2 mm
- Dispozitive de fixare (mulaje, puncti pentru san, suporti pentru cap, suporti pentru brat sau picior, proteze bucale de departare etc.) +/- 2 mm
- Dispozitivul de aliniere a pacientului +/- 2 mm

*Calitatea fasciculului si precizia campului luminos*

- Indicatorul campului luminos (unitati de densitate) +/- 1 mm pe latura
- Calibrarea dozei in axul central in punctul de referinta in interiorul unei fantome: +/- 3% (fotoni)  
+/- 4% (electroni)
- Testele de stabilitate:
  - aparate cu cobalt – 60 +/- 2%
  - aparate de radioterapie X clasice +/- 2%
  - acceleratoare +/- 2%
- Liniaritatea monitorului +/- 1%
- Intrerupatoarele aparatelor cu cobalt - 60 +/- 0,01 min
- Verificarea electroni/fotoni tipul de radiatie trebuie sa fie corect selectat
- Fascicul de radiatii X
  - omogenitatea fasciculului +/- 3%
  - simetria fasciculului +/- 3%
- Aparate cu cobalt - 60
  - simetria fasciculului +/- 3%
- Aparate de rontgenterapie
  - simetria fasciculului +/- 6%
- Fascicule de electroni
  - omogenitate si simetrie +/- 3%
- Factorul de transmisie al penelor si al compensatoarelor +/- 2%
- Sistemul de monitorare a dozei
  - precizie +/- 0,5%
  - liniaritate +/- 1%
  - efectul debitului dozei +/- 2%
  - stabilitate +/- 2%
  - unghiul capului de iradiere +/- 3%